







BIS- beta -HYDROXYETHYL TEREPHTHALATE

Patent number: WO0210117
Publication date: 2002-02-07
Inventor: INADA SHUJI (JP); SATO KIKUCHI (JP)
Applicant: AIES CO LTD (JP); INADA SHUJI (JP); SATO KIKUCHI (JP)
Classification:
- international: C07C69/82
- european: C07C67/52; C07C67/54; C07C67/56
Application number: WO2000JP05148 20000731
Priority number(s): WO2000JP05148 20000731

Also published as:

 EP1306364 (A)
 CA2419625 (A)

Cited documents:

 US5476919
 JP50089340
 JP200019159
 JP200015972
 JP200023923

Report a data error h

Abstract of WO0210117

Bis- beta -hydroxyethyl terephthalate which has such a purity to provide an optical density of 0.000 to 0.006 at a wave length of 380 nm as measured under conditions wherein a cell optical path length is 10 mm and use is made of a methanol solution thereof having a concentration of 10 wt %. It has been found that a purified BHET having an optical density of 0.006 or less at a wave length of 380 nm can yield a high quality PET being excellent in purity, whiteness, transparency and the like.

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide.

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2002 年 2 月 7 日 (07.02.2002)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 02/10117 A1

- (51) 国際特許分類: C07C 69/82 千 720-2411 広島県福山市加茂町中野 3 丁目 68 番地 Hiroshima (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP00/05148
- (22) 国際出願日: 2000 年 7 月 31 日 (31.07.2000)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社 アイエス (AIES CO., LTD.) [JP/JP]; 千 532-0004 大阪府大阪市淀川区西宮原 3 丁目 3 番 14 号 Osaka (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 稲田修司 (INADA, Shuji) [JP/JP]; 千 565-0873 大阪府吹田市藤白台 4 丁目 6 番 6 号 Osaka (JP). 佐藤菊智 (SATO, Kikuchi) [JP/JP];
- (74) 代理人: 弁理士 大島正孝 (OHSHIMA, Masataka); 千 160-0004 東京都新宿区四谷四丁目 3 番地 福屋ビル 大島特許事務所 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (国内): AU, CA, CN, ID, JP, KR, US.
- (84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告書
- 2 文字コード及び他の略語については、定期発行される各 PCT ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

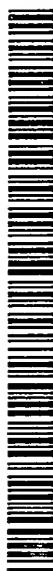
(54) Title: BIS- β -HYDROXYETHYL TEREPHTHALATE

(54) 発明の名称: ビス- β -ヒドロキシエチルテレフタレート

(57) Abstract: Bis- β -hydroxyethyl terephthalate which has such a purity to provide an optical density of 0.000 to 0.006 at a wave length of 380 nm as measured under conditions wherein a cell optical path length is 10 mm and use is made of a methanol solution thereof having a concentration of 10 wt %. It has been found that a purified BHET having an optical density of 0.006 or less at a wave length of 380 nm can yield a high quality PET being excellent in purity, whiteness, transparency and the like.

(57) 要約:

測定波長 380 nm、セル光路長 10 mm および濃度 10 重量% のメタノール溶液の条件で測定した光学密度が、0.000 ~ 0.006 であるビス- β -ヒドロキシエチルテレフタレート。本発明によって、光学密度 0.006 以下の精製 BHET が、純度と白度、透明度などに優れた高品質 PET を与えることを明らかにした。



WO 02/10117 A1

明 細 書

ビス-β-ヒドロキシエチルテレフタレート

5 発明の詳細な説明

発明の属する技術分野

本発明は、精製ビス-β-ヒドロキシエチルテレフタレート（以下BHE T）およびそれを用いて芳香族ポリエステル、とくに、ポリエチレンテレフタレート（以下PET）を製造する方法に関するものである。BHE Tは、繊維、フィルム、樹脂など各種成形品分野で極めて有用なポリエステルであるPETの原料などとして、工業的に広く用いられるものである。

従来の技術

ポリエステル、殊にエチレンテレフタレートを主たる構成成分とするポリエステルは、上述のごとく、各種用途に広く用いられている。その製造方法としては、
15 テレフタル酸とエチレングリコールとの直接エステル化によるか、テレフタル酸の低級アルキルエステル、殊にジメチルテレフタレートとエチレングリコールとのエステル交換反応を経由して、BHE Tを含む中間体を得たのち、通常はそれをそのまま高温、高真空下に縮合重合する方法が、現在、実用的に実施されている。
20 る。ポリエステルの用途は、その優れた性能に基づき、近年、ますます多岐にわたり、従って、その高品質化への要求性能も多様化かつ高度化しつつある。

芳香族ポリエステルは、基本的に、高温、高真空下に重合触媒として各種金属化合物を存在させ、長時間熔融状態に保持して高重合度化して製造される。ポリエステルに対する各種要求品質を網羅的に満たすことは容易ではない。従って、種々の要求品質を満足させてポリエステルの高品質化する手段として、
25 従来、原料の高純度化のほかポリエステル中に新規な共重合成分を加えたり、重合触媒を改良したり、各種添加物を加えるなどの方法が提案されてきた。しかしながら、いずれも抜本的な方策とはなり得ていない。

発明の開示

本発明者は、ポリエステルの高品質化には、まずポリエステル原料の高品質化が基本であり、それによって本質的に高品質化されたポリエステルを得ることが可能となるのであって、前述した各種高度化手段は、必要に応じて併用する補助的手段と位置付けて種々検討を重ねた。ポリエステルの原料であるテレフタル酸、あるいはその低級アルキルエステルであるジメチルテレフタレート

5 精製の精製については、従来から各種の提案がなされているが、より最終ポリマーに近い原料あるいは中間体であるBHETについては、高品質化を達成する実用的手段が明らかになっていない。本発明は従来得られなかった極めて高品質の精製BHETを提供し、それにより従来の高純度化テレフタル酸、あるいはジメチルテレフタレートから製造されるもの以上の高品質化されたポリエステルを得る極めて有用な手段としようとするものである。

10

すなわち、本発明は、測定波長380nm、セル光路長10mmおよび濃度10重量%のメタノール溶液の条件で測定した光学密度が、0.000~0.006である精製BHETを提供する。かかる高品質の精製BHETは、典型的には、

15 (i) Na、Mg、Ca、Fe、Co、Zn、Ti、Sn、Sb、Ge、およびPよりなるカチオン、並びに(ii) ハロゲン、NO₂、NO₃、PO₄、およびSO₄よりなるアニオンの合計含有量が50ppm以下である粗BHETを、減圧下で蒸発または蒸留して精製することによって提供される。さらに典型的には、

20 (1) 前記のカチオン並びにアニオンの合計含有量が50ppm以下である粗BHETを溶媒から晶析し、次いで(2) 晶析したBHETを、減圧下で蒸発または蒸留して精製することによって提供される。

図面の簡単な説明

25 図1は、6種の粗BHETを主とする組成物を得る精製工程図(実施例5~9および比較例1)

発明の実施の形態

以下本発明をさらに詳細に説明する。

本発明の対象となる精製B H E Tの原料となる粗B H E Tは、如何なる方法によって製造されたものであってもよい。例えば、テレフタル酸またはジメチルテレフタレートとエチレングリコールを反応させて得る方法、あるいはテレフタル酸にエチレンオキサイドを付加反応させて製造する方法がある。これらは、
5 いわゆるP E Tのモノマーを原料とする方法である。

他方、P E Tまたはそのオリゴマー（低縮合体）を原料として、これに過剰のエチレングリコールを加えて解重合反応によって製造する方法がある。P E Tは、それが繊維状、フィルム状、ボトル等の成形品になっているもので、回収品であ
10 ってもよく、出発原料としては、いわゆる環境問題の面からも、コスト面からも、むしろ好ましく、有利である。本発明は、主としてこれらの回収品を原料とすることによる品質上および製造工程上の技術的課題を解決して実現された。

従来、粗B H E Tは、蒸発または蒸留によらず、再結晶操作により高品質化する提案が種々なされている。しかし、このような手法によっては、外見上あたかも高品質化したかのように見えるものの、実際には、なお実用上有害な不純物が
15 残存し、それが高品質化されたポリエステルを得るうえで障害となる場合が多かった。ことに、使用済みポリエステルを回収し、エチレングリコールによって解重合してB H E Tとし、再度ポリエステルを得ようとする場合にあっては、使用済みポリエステル製品に付着或いは同伴する異物による弊害が顕著に認められる
20 ことが多かった。一方、蒸発または蒸留精製により精製B H E Tを得ようとする提案もなされているが、その場合にあっては、通常、粗B H E Tは、蒸発または蒸留操作にかけられた場合、障害となる縮合反応が顕著に起こるなど、B H E Tを実用的に高能率、高収率、高品質で得ることが困難であった。

本発明者の検討結果によれば、B H E Tの蒸発または蒸留におけるかかる弊害
25 は、その蒸発または蒸留操作に到るまでに、必要に応じて脱色処理を組み合わせ、脱カチオンおよび／または脱アニオン処理し、さらに、B H E Tより低い沸点の物質を実質的に除去し、しかるのち、例えば130～250℃、圧力300 Pa（2.25 mmHg）以下というB H E Tが品質劣化を起こしにくい温度領

域において減圧下蒸発または蒸留することによって、実質的に抑止することが可能となる。さらに減圧下蒸発または蒸留するに先立ち、B H E Tを所要の回数、溶媒から晶析することにより、高品質化ポリエステルを得るのに極めて好適な精製B H E Tを得ることができる。本発明者の検討結果によれば、かかる各工程操

5 作において汚染を避け、雰囲気を清浄に保ち、不活性雰囲気にするなど細心の注意を払うことが重要であり、それによって本発明の極めて高品質の精製B H E Tを得ることが可能となる。そして、そのようにして得た本発明の精製B H E Tからは、驚くべきことにその透明性、白度などに極めて優れたポリエステルが得られるのである。このことについては、実施例においてさらに具体的に説明する。

- 10 本発明の精製B H E Tを粗B H E Tから実用的に得るためには、減圧下に蒸発または蒸留を実施する。それは、粗B H E Tの蒸発または蒸留を、蒸発または蒸留温度・圧力下における沸点蒸発または蒸留、すなわち平衡蒸発または蒸留の形で行なってもよく、また、一度蒸発したB H E Tの分子が実質的に再び蒸発面へ戻ることなく、蒸発面から凝縮面への一方的移動が起こる非平衡蒸発または蒸留、
- 15 いわゆる分子蒸留の形で行ってもよい。従って、それらに適した高真空蒸発または蒸留機の使用が望ましく、蒸留装置としては圧損の極めて少ない薄膜蒸留機、あるいは分子蒸留機と呼ばれるものが好ましい。

- 本発明では、かかる蒸発または蒸留操作を実施するにあたって、精製B H E Tの収率や品質を実用的に一層有利なレベルに得ようとすれば、蒸発または蒸留操
- 20 作にかける粗B H E Tが、実質的に脱カチオンおよび／または脱アニオンされたものであり、かつ、必要に応じ脱色工程や晶析工程に付されたものであり、そしてB H E Tより低い沸点の物質が十分に除去されていることが望ましい。

- その場合、粗B H E Tとしては、(i) Na、Mg、Ca、Fe、Co、Zn、Ti、Sn、Sb、Ge、およびPよりなるカチオン、並びに(ii) ハロゲン、
- 25 NO₂、NO₃、PO₄およびSO₄よりなるアニオンの合計含有量が50 ppm以下まで脱イオンされているものが好ましく用いられる。

粗B H E Tに含まれる不純物のカチオンまたはアニオンは、主としてポリエステルの重合または解重合の触媒、あるいは各種成型品の安定剤、改質剤、着色剤

などとして添加されたもの、または汚染物質に由来するものであり、種々の金属化合物の形となっているものが多い。

- これらのカチオンまたはアニオンはBHETに対して通常数百乃至数千ppm含まれ、その存在は、既に述べたBHETを得んとする既往の方法（再結晶法、
5 蒸発または蒸留法など）の実用化を妨げ、高品質化PETを得ることにつながらなかった原因の一つである。

本発明の蒸発または蒸留前のBHETは、これらのカチオンおよびアニオンの合計含有量が40ppm以下まで脱イオンされたものがより好ましく用いられる。

- 30ppm以下が一層好ましく、最も好ましい合計イオン含有量は20ppm以下である。
10

本発明において、BHET中のカチオンおよびアニオン含有量は、前者は誘導結合プラズマ発光分析法（ICP-AES）によって、後者はイオンクロマトグラフ法によって測定したものである。

- 前記のごとく特定量以下のカチオンおよびアニオンの合計含有量とするために
15 は、イオン交換体、ことにイオン交換樹脂を用いて脱イオンすることが好適である。その場合、エチレングリコールを主たる溶媒とし、BHETを主たる溶質とする溶液において脱カチオンおよび／または脱アニオン処理するのが実用的である。脱カチオンおよび／または脱アニオン処理は、順序は関係なく、どちらが先でも後でもよいし、必要に応じ、複数回行っても良い。脱カチオン用イオン交換
20 樹脂の例としては、アンバーライトの陽イオン交換樹脂（オルガノ社製）を、脱アニオン用イオン交換樹脂の例としてはアンバーライトの陰イオン交換樹脂（オルガノ社製）を挙げることができる。かかるイオン交換樹脂を用いる脱イオン工程は、それ自体公知の方法により実施することが可能である。好ましくは、脱カチオンおよび／または脱アニオンの操作を行う際に、エチレングリコールを主たる
25 溶媒とし、そしてBHETを主たる溶質とする溶液中でBHETが析出することなく、かつ、イオン交換樹脂の安定使用に耐え得るような温度条件と溶液中のBHET濃度が選択される。

本発明においては、上記の如くBHETを結晶として取り出す晶析工程を1回

以上実施するのが好ましい態様である。このBHETを結晶として取り出す工程は、好ましくはエチレングリコールを主たる溶媒としBHETを主たる溶質とする溶液において、その濃度を、高温域においては溶液状態を保ち、低温域においてはBHETを析出するような条件で実施される。溶液状態を保つ高温域条件は、

- 5 前述した脱イオン工程におけるイオン交換樹脂の耐熱温度内とすることが通常可能である。

本発明の蒸発または蒸留精製工程に用いられる粗BHETは、その中の合計イオン含有量が前記範囲内であると共に、BHETより低い沸点の物質が、好ましくは5重量%以下、より好ましくは2重量%以下、さらに好ましくは1重量%以下

- 10 下であることが望ましい。

前述した本発明で用いられる特定の粗BHETと、従来一般に存在する本発明での規定を満たさない粗BHETとを、同条件に置いたときの挙動は、全く異なっている。例えば、前記カチオンの含量が2,080ppmであり、かつ前記アニオンの含量が22ppmである粗BHETを脱カチオンおよび脱アニオン処理

- 15 することなく、BHETより低い沸点の物質の含有量が5.0重量%以下になるまで濃縮して高真空蒸留にかけると、得られたBHETは目視で明らかに認識できる程度に強く着色しており、蒸留中のオリゴマー生成率が約10%と高く、同時に析出物が蒸留機の伝熱面に固着・堆積して蒸留時の安定な伝熱を阻害し、BHETの回収率も約70%以下となった。一方、脱カチオンおよび脱アニオン処
- 20 理を行い、前記カチオン含有量15ppm以下および前記アニオン含有量1ppm以下まで脱イオンした粗BHETを、結晶として取り出す工程を経て同一条件まで濃縮し、同一条件で高真空蒸留にかけると、得られたBHETには目視で判別できる着色は無く、蒸留中のオリゴマー生成率は1%程度であり、析出物が蒸留機の伝熱面に固着することもほとんどなく安定な連続運転が可能となり、BH
- 25 ETの回収率は約98%以上であった。

本発明では、蒸発または蒸留するBHETの脱イオン処理を実施する前または後に、前述のごとく粗BHETをエチレングリコール溶液中で脱色処理することが望ましい。脱色処理には活性炭などの吸着剤処理が有利である。また、この脱

色処理は、B H E Tの晶析工程と組み合わせて実施することも可能である。脱色処理は、B H E Tのエチレングリコール溶液中、B H E Tが析出しないような温度・濃度条件下に行い、B H E Tが析出するような温度・濃度条件においてB H E Tを採取する。

- 5 本発明では、B H E Tを減圧下に蒸発または蒸留に付す温度は130～250℃の範囲が好ましく、160～220℃の範囲が一層好ましい。また圧力は300Pa（2.25mmHg）（絶対圧）以下の減圧下が好ましく、70Pa（0.5mmHg）（絶対圧）以下の範囲が一層好ましい。

- 10 本発明の蒸発または蒸留精製により取得した精製B H E Tは、極めて高品質であり、測定波長380nm、セル光路長10mm、濃度10重量%のメタノール溶液の条件で測定した光学密度が、0.000～0.006である。このような高品質の精製B H E Tは、従来、全く知られていない。また、そのB H E Tの純度は、好ましくは97重量%以上、より好ましくは98重量%以上であり、B H E T以外の物質も大部分ポリエステルの構成成分として有用なテレフタル酸の化合物であり、ポリエステルの品質低下を実質上招くものではない。
- 15

- 20 本発明によって得た精製B H E Tは、前述のごとき各種用途に広く用いられるポリエステルの原料の少なくとも一部として、例えば単独であるいはテレフタル酸と混合して使用するに好適なものである。本発明の精製B H E Tは、ポリエステルとした場合に、極めて透明性・白度に優れた無着色のポリマーとなることが判明した。これは、驚くべき結果であり、工業的にその価値は極めて高い。その場合にあつて、重合触媒としては、例えばアンチモン化合物あるいはゲルマニウム化合物などそれ自体公知のものが使用できるものの、その特徴を十分に発揮させるには、添加物の選択にあたっては、その特徴を減じないよう十分吟味すべきであることは言うまでもない。

- 25 かかるポリエステルは、エチレンテレフタレートを主たる構成単位とするものであり、他の構成成分として1種以上を少割合共重合したものも含まれる。他の構成成分の許容される範囲は、例えば、全構成単位当り通常40モル%以下、好ましくは30モル%以下、さらに好適には20モル%以下である。共重合され得

- る他の構成成分の例としては、ジカルボン酸成分として例えばイソフタル酸、ジフェニルジカルボン酸、ジフェニルスルホンジカルボン酸、ジフェニルエーテルジカルボン酸、ナフタレンジカルボン酸、ジフェノキシエタンジカルボン酸、ナトリウムスルホイソフタル酸のごとき芳香族ジカルボン酸、セバチン酸、アジピン酸のごとき脂肪族ジカルボン酸、ヘキサヒドロテレフタル酸のごとき脂環族ジカルボン酸を挙げることができる。また、ジオール成分として、例えばトリメチレングリコール、テトラメチレングリコール、ヘキサメチレングリコール、シクロヘキサンジメタノール、ビス- β -ヒドロキシエチルビスフェノールA、ビス- β -ヒドロキシエトキシジフェニルスルホン、ビス- β -ヒドロキシエトキシジフェニルエーテル、ジエチレングリコール、ポリエチレングリコールなどを挙げることができる。また、ヒドロキシカルボン酸類、例えば、*p*-ヒドロキシエトキシフェニルカルボン酸も、他の共重合成分の例として挙げることができる。
- さらに、他の共重合成分として、3官能以上の多官能化合物および／または単官能化合物を併用することもできる。これらの他の成分はポリエステルが線状を保つ範囲において可能である。3官能以上の多官能化合物の例としては、トリメシン酸、グリセリン、ペンタエリスリトールなど、また、単官能化合物の例としては、ジフェニルモノカルボン酸、ジフェニルエーテルモノカルボン酸、フェノキシポリエチレングリコールなどを挙げることができる。これら各種共重合成分はエステルの状態にするなど、機能的誘導体として用いることが可能である。これらは1種または2種以上で使うことができる。

- 本発明者の検討結果によれば、本発明によって得た精製BHETをその製造原料の少なくとも一部として用いて得たポリエステルは、繊維、フィルム、ボトルなどといった各種成形品として何ら問題なく使用可能である。また、これら各種ポリエステル成形物を再度解重合して精製BHETに戻すこと、すなわち、リサイクルも容易に行うことができる。その場合、本発明記載の方法に従えば、本発明の特定された高品質のBHETを得ることができる。

本発明によれば、解重合せんとするポリエステルが、成形物、例えば各種商品形態となっている場合のように他の材料と混在していたり、ごみのような異物と

混在しているような状態にあっても、必要に応じ、各種異物除去・選別工程を適用することによって、本発明に供し得る粗BHE Tを得ることができる。

そのような具体的な例を挙げれば、例えば、ポリエステル成形品が繊維状の商品形態をとっていた場合、異種繊維と混在していたり、ポリエステル中に用いら
5 れている酸化チタンのごとき無機物を含んでいたたりする状況、ポリエステルがフ
ィルム状の形態であった場合に他種フィルム材料と混在したり、ポリエステル中
に用いられている各種滑剤などを含んでいたたりする状況、ポリエステルがその他
の各種成形品、例えばボトルの形態であった場合に、蓋部分やボトム部分に用い
10 られたポリエチレンなどの他種材料とともに破碎されて混在するような状況や、
ラベルなどに用いられた紙または他のプラスチック類のような異種材料と混在し
ているような状況がある。これらは、むしろ通常にある状況であるが、本発明者
の検討結果によれば、液々分離や固液分離など、従来公知の手法を適用し、かつ、
必要に応じ、前述したような本発明に含まれる各種手法を用いることにより、高
品質の目的物を得ることが可能である。

15

実施例

本発明をさらに具体的に説明するために、以下に実施例を示した。本発明は、
これらの例のみに限定されるものではないことは勿論である。

実施例 1

20 使用済みペットボトル（ポリエチレンテレフタレート樹脂製）の粉碎フレーク
64 kg とエチレングリコール（以下EG）450 kg とを1m³の攪拌機付き
オートクレーブに仕込み、エステル交換触媒として苛性ソーダ（NaOH）0.
32 kg を添加して、220℃0.15 MP a の条件下で少量の水など低沸点物
を留去しながら3.3時間解重合して、EGを主たる溶媒とし、ビス-β-ヒド
25 ロキシエチルテレフタレート（以下BHE T）を主たる溶質とする溶液とした。
これを濾過して少量の夾雑物を除去したのち、55℃に降温して活性炭による脱
色処理をし、510 kg の溶液を得た。溶液中の濃縮溶質（粗BHE T）に対す
る総カチオン含有量（重量比）は、2,660 ppm、総アニオン含有量は23

p p mであった。

この溶液の210kgについて55℃の温度でカチオン交換樹脂（オルガノ社製 アンバーライトIR120-B）により脱カチオン、続いてアニオン交換樹脂（オルガノ社製 アンバーライトIRA-400）により脱アニオンを行った。

- 5 脱イオン後の溶液中の粗BHETに対する総カチオン含有量は8.4 p p m、総アニオン含有量は1.0 p p mであった。この脱カチオン、脱アニオンされた溶液を2分し、一方の105kgについてはジャケット付攪拌式晶析槽中で-5℃のブラインによって3℃まで冷却しBHETを析出させた。これをバスケット型遠心分離機によって析出BHETとEGを分離し、BHETの湿潤ケーキを得た。
- 10 このケーキの固形物含有量は63重量%であった。該ケーキを90~100℃に加熱、溶解して、攪拌機および真空発生装置付き200lオートクレーブに仕込み、135℃、10,670Pa（80mmHg）の条件で溶液中のEG含有量が20重量%になるまでEGを留去した。これを伝熱面積0.5m²の真空薄膜蒸発機にて150℃、200Pa（1.5mmHg）の条件でBHETより低い
- 15 沸点の物質の含有量が0.5重量%になるまで濃縮して粗BHETを主とする組成物14.1kgを得た。これを（A）とする。

この粗BHETを主とする組成物（A）について、伝熱面積0.5m²の分子蒸留機を用いて、温度200℃、24Pa（0.18mmHg）の条件で蒸留し、精製BHETを得た。それらの収量などの操作結果と精製BHETの品質分析値

20 を表1に示した。

- 次いで、この取得精製BHET500gを1000mlの攪拌機付ガラス製重合器に入れ、N₂ガス雰囲気下で、まず130℃まで加熱してBHETを溶解した後、予めEGに六方晶系二酸化ゲルマニウムを溶解したものを、重合触媒として生成するポリエチレンテレフタレート（以下PET）に対して140 p p m添
- 25 加した。これらをゆるやかに昇温してEGの沸点（197℃）に至らせ、そのまま45分間加熱してPETのオリゴマーとし、さらに除々に昇温して280℃、90Pa（0.7mmHg）の条件で約2時間かけて重縮合し、PETを得た。得られたPETの品質分析値を表2に示した。

分子蒸留前の粗BHE T組成物(A)について得られた精製BHE Tの品質は、着色度に深い関係を持つ光学密度においても、BHE Tの純度とBHE T以外のMHE T、オリゴマー含有量においても極めて優れたものであった。また、分子蒸留操作の精製BHE T収率が高く、副生するオリゴマーの生成率は著しく少なく、蒸留機内に蓄積して操作を妨げるものはほとんど生成しなかった。

実施例2～4

回収源の異なる使用済みペットボトル(PET樹脂製)の粉碎フレーク2種について、それぞれ53kgを原料としてEG370kgを加え、実施例1の場合と同様にして、但し、解重合用触媒として苛性ソーダに代えて0.27kgのナトリウムメチラートを用いて解重合を行い、濾過し、次いで活性炭による脱色処理をし、各々420kgの粗BHE T溶液を得た。溶液中の粗BHE Tに対する総カチオン含有量は2,000ppmと2,050ppm、総アニオン含有量は20ppmと22ppmであった。

2種の溶液は全量をそれぞれ55℃の温度で脱カチオンおよび脱アニオン処理した。処理に用いたイオン交換樹脂は、実施例1の場合と同様である。処理後の溶液中の粗BHE Tに対する総カチオン含有量は8ppmと12ppm、総アニオン含有量は0ppmと1.0ppmであった。これらの脱カチオン、脱アニオンされた溶液を、それぞれ2分し、一方の各210kgについて実施例1と同じ方法でBHE Tを晶析分離し、BHE Tの湿潤ケーキを得、さらにこれらを加熱溶解し、真空下にオートクレーブと薄膜蒸発機を用いて、BHE Tより低い沸点の物質の含有量が0.5重量%以下になるまで濃縮した。得られた粗BHE Tを主とする組成物はそれぞれ28.1kgと28.0kgであった。これらを粗BHE T(F)および(G)とする。2分した他方の各210kgについては晶析を行わず、そのまま(F)を得たのと同じ装置と温度、圧力条件で溶媒のEGとその他の低沸点物を留去濃縮した。得られた粗BHE Tの組成物は、35.2kgであった。これらを粗BHE T(H)とする。

以上の粗BHE Tを主とする組成物3種(F)、(G)、(H)について、実施例1と同様の方法、条件で順次、伝熱面積0.5m²の分子蒸留機を用いて蒸留し、

精製BHETを得た。それらの収量などの操作結果と精製BHETの品質分析値を実施例2～4として表1に示した。次いで、取得精製BHETを各500gずつ用いて、実施例1とほぼ同様の方法、条件で重縮合を行った。得られたPETの品質分析値を表2に示した。

- 5 実施例2、3および4とした分子蒸留前の粗BHET組成物(F)、(G)および(H)によって得られた精製BHETの品質は、光学密度および白度においても、BHETの純度と不純物含有量の少なさにおいても極めて優れたものであった。また、分子蒸留操作の精製BHET収率が高く、オリゴマーの生成は著しく少なかった。

表 1

	分子蒸留機に供した組成物	実施例1 (A)	実施例 2 (F)	実施例3 (G)	実施例4 (H)
操 作 結 果	精製BHETの収量 (kg)	13.8	27.5	27.3	34.2
	精製BHETの収率 (%)	98.3	98.2	98.0	97.7
	オリゴマー生成量 (kg)	0.06	0.10	0.12	0.18
	オリゴマー生成率 (%)	0.5	0.4	0.5	0.6
品 質 分 析 値	光学密度	0.005	0.000	0.003	0.004
	酸価 (KOH mg/g)	0.3	0.3	0.4	0.5
	ケン化価 (KOH mg/g)	440	440	438	438
	融点 (°C)	112	112	112	112
	白度(L/a/b)	98.8/-0.6/0.5	98.7/-0.5/0.3	98.2/-0.6/0.5	98.4/-0.4/0.5
	総カチオン含有量 (ppm)	0.5	0.4	0.5	0.7
	総アニオン含有量 (ppm)	0	0	0.1	0
	BHET含有量 (wt%)	99.0	99.1	98.8	98
	MHET含有量 (wt%)	0.12	0.12	0.15	0.19
	オリゴマー含有量 (wt%)	0.07	0.05	0.06	0.07

表 2

重縮合に供したBHETの蒸留前組成物	実施例 1 (A)	実施例 2 (F)	実施例 3 (G)	実施例 4 (H)
極限粘度(IV)	0.680	0.691	0.684	0.676
ジエチレングリコール含有量 (wt%)	0.9	1.0	1.0	1.1
カルボキシ基末端基量 ($\mu\text{eq/g}$)	8.0	7.0	9.0	10.0
白度(結晶化サンプル表面、L/a/b)	91.0/-0.7/0.8	90.9/-0.6/0.2	90.2/-0.7/0.5	90.3/-0.5/0.8

実施例5～9および比較例1

高純度テレフタル酸とEGを原料とする、いわゆる直接重合法によって製造されたPETの重縮合工程、紡糸工程、およびフィルム、ボトルなどの成形工程から回収し、再溶融、切断、破碎などの処理を経て、チップ状、あるいは小塊状とした、比較的汚染の少ない、着色されていない屑PET（低重合体を一部含む）64kgとEG450kg、および触媒として苛性ソーダ0.32kgを原料として、実施例1の場合とほぼ同様の方法、条件で解重合を行った。但し、反応の過程で少量の揮発性成分と共にEG約10kgを留去した。得られたEGを主たる溶媒とする粗BHET溶液504kg中に溶解している総カチオン含有量は、溶質である粗BHETに対し、2,450ppm、総アニオン含有量は10ppmであった。

この溶液を濾過して微量の無機添加剤、および夾雑物を除去したのち、55℃まで降温させ、分割して図1の諸精製工程に付し、6種の粗BHETを主とする組成物（J）乃至（O）を得た。各組成物の取得量は約11kg乃至14kgで、BHETより低い沸点の物質の含有量は、いずれも約0.5重量%であった。用いた全ての精製工程は、実施例1の方法に準じ、ほぼ同様の設備、条件とした。なお、図1の分割精製工程図の6種の組成物を得る工程の最後には、すべてそれに続く低沸点物濃縮、留去工程が含まれる。また、脱イオン工程後のイオン含有量を図中のその工程の下に示した。

以上の粗BHETを主とする組成物6種（J）乃至（O）について、実施例1同様の方法、条件で、順次伝熱面積0.5m²の分子蒸留機を用いて蒸留し、精製BHETを得た。それらの収量などの操作結果と精製BHETの品質分析値を実施例5～9および比較例1として表3に示した。次いで、取得精製BHETを各500gずつ用いて、実施例1とほぼ同様の方法、条件で重縮合を行った。得られたPETの品質分析値を表4に示した。

実施例5～9とした分子蒸留前の粗BHET組成物（J）乃至（N）によって得られた精製BHETの品質は、光学密度および白度において、また、BHET

純度と不純物含有量の少なさにおいても極めて優れたものであった。また、分子蒸留操作の精製BHET収率は高く、オリゴマーの生成は著しく少なかった。他方、比較例1の脱イオン工程を行わなかった場合は、光学密度などの品質においても、分子蒸留操作の成績においても劣った。比較例1においては分子蒸留器内

5 に推積する無機物、高融点オリゴマーが多く、長時間の操作は困難であった。

また、各蒸留精製BHETを重縮合して得たPETの品質は、実施例5乃至9の場合は、白度において著しく優れているばかりでなく、重合性(IV)、ジエチレングリコール含有量、熱安定性の一つの指標であるカルボキシル末端基量においても比較例1に比べ明らかな差があり、用いた精製BHET(光学密度0.

10 006以下)の品質がPET原料として極めて優れたものであることがわかる。

なお、実施例5～9および比較例1においては、出発原料として比較的汚染の少ない、ポリエステル生産工場の工程屑を用いており、このような例では、晶析工程の省略または／および脱色工程の省略、或いは脱アニオン工程の省略が可能な場合があることがわかる。

表 3

	分子蒸留機で得た組成物	実施例5 (J)	実施例6 (K)	実施例7 (L)	実施例8 (M)	実施例9 (N)	比較例1 (O)
操 作 結 果	精製B-ETの収量 (kg)	11.0	13.4	11.1	13.6	11.2	7.4
	精製B-ETの収率 (%)	98.0	97.8	98.1	97.7	97.4	86.0
	オリゴマー生成量 (kg)	0.04	0.08	0.06	0.08	0.09	1.09
	オリゴマー生成率 (%)	0.4	0.6	0.5	0.6	0.5	9.5
品 質 分 析 値	光学密度	0.001	0.003	0.004	0.006	0.005	0.009
	酸価 (KOH mg/g)	0.3	0.4	0.4	0.5	0.6	1.2
	ケルヒ価 (KOH mg/g)	440	440	439	439	439	437
	融点 (°C)	112	112	112	112	112	111
	白炭素/L a/b)	98.6/-0.4/0.3	98.5/-0.5/0.4	98.3/-0.6/0.5	98.0/-0.8/0.7	98.1/-0.7/0.5	97.6/-0.9/1.5
	総脂肪酸含有量 (mm)	0.4	0.5	0.4	0.6	0.5	1.7
	総アミン含有量 (mm)	0.1	0.2	0.1	0.2	0.4	1.5
	B-ET含有量 (wt%)	99.2	99.0	99.2	99.0	98.8	97.0
	M-ET含有量 (wt%)	0.14	0.15	0.12	0.16	0.16	0.18
	オリゴマー含有量 (wt%)	0.04	0.04	0.05	0.05	0.07	0.06

表 4

重縮合に供したBHETの蒸留前組成物	実施例 5 (J)	実施例 6 (K)	実施例 7 (L)	実施例 8 (M)	実施例 9 (N)	比較例 1 (O)
極限粘度(IV)	0.693	0.685	0.688	0.680	0.677	0.666
ジエチレングリコール含 有量 (wt%)	0.8	1.0	0.8	1.1	1.2	1.4
カルボキシシル末端基量 ($\mu\text{eq/g}$)	7.5	10.0	8.5	10.6	11.5	14.0
白度(結晶化サンプル表面、L/a/b)	91.4/-0.4/0.3	90.0/-0.6/0.4	90.0/-0.7/0.6	90.0/-0.8/1.0	90.1/-0.7/0.7	89.6/-0.9/2.5

比較例 2 および 3

市販の高純度テレフタル酸 332 g と EG 149 g を、充填塔、攪拌機つきの容量 1 l の小型オートクレープに加え、220℃、0.15 MPa の微加圧から始めて、留出する水を抜き取りながら徐々に昇温させた。約 3 時間でエステル化段階を終了し、270℃に到達した PET オリゴマーに、予め EG に溶解した六方晶系ゲルマニウムを、重合触媒として、生成する PET に対して 140 ppm 添加した。徐々に昇温しながら減圧とし、280℃、90 Pa (0.7 mmHg) の条件で約 2 時間かけて重縮合した。得られた PET の品質分析値を表 5 に示した。これを比較例 2 とする。

次いで、市販のジメチルテレフタレート 388 g と EG 174 kg および酢酸コバルト 0.12 g を比較例 2 と同じオートクレープに加え、EG の沸点 (197℃) から徐々に昇温した。留出するメタノールを抜き取りながら約 3 時間で 260℃とし、エステル交換反応を完結させた後、リン酸 0.07 g および比較例 2 と同量の二酸化ゲルマニウムを重合触媒として添加した。徐々に昇温しながら減圧とし、280℃、90 Pa (0.7 mmHg) の条件で約 2 時間重縮合して得た PET の品質分析値を、比較例 3 として表 5 に示した。

市販の高純度テレフタル酸、またはジメチルテレフタレートを使用して得た PET の品質は、白度 (b 値)、カルボキシル基量、およびジエチレングリコール含有量のいずれにおいても劣っていた。とりわけジメチルテレフタレートを原料とする比較例 3 の PET は、エステル交換触媒に用いたコバルト化合物の紫色によるブルーイング効果 (b 値減少効果) が認められるにもかかわらず、白度は不十分であった。

表 5

	比較例 2	比較例 3
極限粘度(IV)	0.660	0.654
ジエチレングリコール含有量 (wt%)	2.3	2.2
カルボキシル末端基量 ($\mu\text{eq/g}$)	15.5	23.0
白度(結晶化サンプル表面、L/a/b)	90.1/-0.8/2.6	88.5/-1.2/3.2

発明の効果

- 5 本発明によって、光学密度0.006以下の精製BHETが、純度と白度、透明度などに優れた高品質PETを与えることを明らかにした。

- 本発明の精製BHETは、イオンを除去し、特定含有量以下とした粗BHETを用いて分子蒸留などの高真空蒸留によって得ることができる。必要に応じて、脱色処理または／および晶析を併用することにより、不純物を多くあるいは多様
- 10 に含む、回収PET屑などの解重合法においても、本発明の精製BHETを得ることができる。

本発明は繊維、フィルム、ボトルなどの高品質PET成形品と高品質モノマーである精製BHETのリサイクルに好適に用いることができる。

請求の範囲

1. 測定波長380nm、セル光路長10mmおよび濃度10重量%のメタノール溶液の条件で測定した光学密度が、0.000～0.006であるビス-β-ヒ
- 5 ドロキシエチルテレフタレート。

$\frac{1}{1}$

分割精製工程図

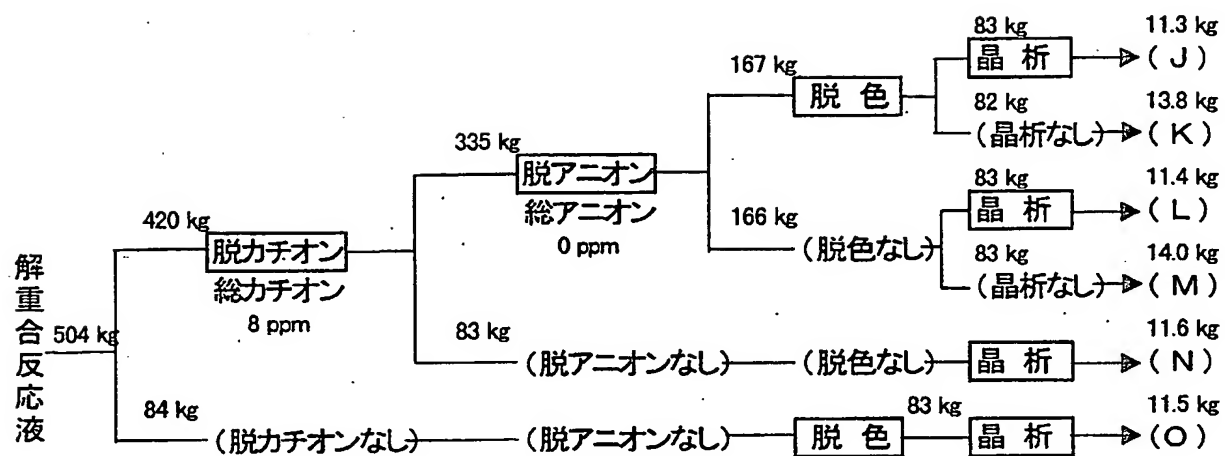


図 1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/05148

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl.⁷ C07C69/82

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B: FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.⁷ C07C69/82, C07C67/54, C07C67/56

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5476919 A (Minnesota Mining and Manufacturing Company), 19 December, 1995 (19.12.95), especially, column 7, line 14, & JP, 8-268969, A & DE, 19605812, A1	1
X	JP 50-89340 A (Kanebo, LTD.), 17 July, 1975 (17.07.75), especially, Claims (Family: none)	1
X	JP 2000-191593 A (ORGANO CORPORATION), 11 July, 2000 (11.07.00), especially, Claims (Family: none)	1
X	JP 2000-159729 A (ORGANO CORPORATION), 13 June, 2000 (13.06.00), especially, Claims (Family: none)	1
E,X	JP 2000-239233 A (I.S. K.K.), 05 September, 2000 (05.09.00), especially, Claims; Par. Nos. [0013], [0014], (Family: none)	1

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
 "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 "E" earlier document but published on or after the international filing date
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
18 October, 2000 (18.10.00)Date of mailing of the international search report
31 October, 2000 (31.10.00)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ C07C69/82

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ C07C69/82, C07C67/54, C07C67/56

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	US, 5476919, A (Minnesota Minig and Manufacturing Company) 19.12月.1995 (19.12.95), 特に第7欄第14行 & JP, 8-268969, A & DE, 19605812, A1	1
X	JP, 50-89340, A (鐘紡株式会社) 17.7月.1975 (17.07.75), 特に特許請求の範囲 (ファミリーなし)	1
X	JP, 2000-191593, A (オルガノ株式会社) 11.7月.2000 (11.07.00), 特に特許請求の範囲 (ファミリーなし)	1

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献
「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

18.10.00

国際調査報告の発送日

31.10.00

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

伊藤 幸司



4H

9450

電話番号 03-3581-1101 内線 3443

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP, 2000-159729, A (オルガノ株式会社) 13.6月.2000 (13.06.00), 特に特許請求の範囲 (ファミリーなし)	1
E, X	JP, 2000-239233, A (株式会社アイエス) 5.9月.2000 (05.09.00), 特に特許請求の範囲, 第[0013], [0014]段 (ファミリーなし)	1